

12.11.2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

REC'D 13 JAN 2005

WIPO

PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年11月11日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-380575
[ST. 10/C]: [JP2003-380575]

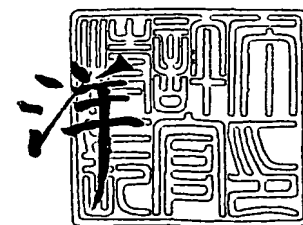
出 願 人
Applicant(s): ローム株式会社

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特2004-3117101

【書類名】 特許願
【整理番号】 03-00374
【提出日】 平成15年11月11日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H02M 3/155
【発明者】
 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内
 【氏名】 梅本 清貴
【発明者】
 【住所又は居所】 京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地 ローム株式会社内
 【氏名】 竹村 興
【特許出願人】
 【識別番号】 000116024
 【氏名又は名称】 ローム株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100121337
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 藤河 恒生
 【電話番号】 077-547-3453
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 212120
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0202210

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

スイッチング素子を開閉することにより、入力電源から負荷が接続される出力端子にコイルを通じて電力を供給し、出力端子の電圧を調整する DC/DC コンバータにおいて、コイルと出力端子間に介装されてコイルに流れる電流を検出するコイル電流検出抵抗と

、コイル電流検出抵抗の負荷側に接続されて出力端子の電圧を平滑化する平滑化コンデンサと、

コイル電流検出抵抗のコイル側の電圧を検出してコイルに流れる電流の基準電流値を制御する基準電流値制御回路と、

クロック発生器の基準クロックに同期してスイッチング素子を閉じ、コイルに流れる電流が基準電流値を越えるとスイッチング素子を開く帰還回路と、

を備えてなることを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の DC/DC コンバータにおいて、

前記平滑化コンデンサはセラミックコンデンサであることを特徴とする DC/DC コンバータ。

【請求項 3】

スイッチング素子を開閉することにより、入力電源から負荷が接続される出力端子にコイルを通じて電力を供給し、スイッチング素子に帰還をかけて出力端子の電圧を調整する DC/DC コンバータにおいて、

コイルと出力端子間に介装されてコイルに流れる電流を検出するコイル電流検出抵抗と

、コイル電流検出抵抗の負荷側に接続されて出力端子の電圧を平滑化する平滑化コンデンサと、を備え、

コイル電流検出抵抗と平滑化コンデンサとにより周波数特性におけるゼロの周波数を設定することを特徴とする DC/DC コンバータ。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 DC/DCコンバータ

【技術分野】

【0001】

本発明は、入力する電源電圧を所定のDC電圧に変換するDC/DCコンバータ、特に、カレントモードDC/DCコンバータに関する。

【背景技術】

【0002】

DC/DCコンバータには、電源を入力する端子と負荷に接続され所定のDC電圧を出力する端子の間にスイッチング素子を設け、このスイッチング素子を開閉することにより所定のDC電圧を保持するタイプのものが存在する。このものは、小型で高効率を達成できるので広く使用されている。そして、そのスイッチング素子の開閉制御には、スイッチング素子に接続されるコイルに流れる電流を検出して、帰還をかける方式（例えば、特許文献1、および特願2003-111242号）がある。この方式を採用したものは、カレントモードDC/DCコンバータと称されている。

【0003】

カレントモードDC/DCコンバータの回路例を図5に示す。このDC/DCコンバータ101は、上記した構成要素に対応するスイッチング素子114とコイル116とを設け、スイッチング素子114を開閉することにより、入力電源（Vcc）からコイル116を通じて負荷103が接続される出力端子OUTに、所定のDC電圧を保持するよう電力を供給している。

【0004】

DC/DCコンバータ101は、上記のスイッチング素子114とコイル116の他に、スイッチング素子114に直列接続されてそれと交互に開閉動作を行うスイッチング素子115と、コイル116に流れる電流を検出するコイル電流検出抵抗117と、コイル電流検出抵抗117の負荷側に接続され、出力端子OUTの電圧を平滑化する平滑化コンデンサ118と、コイル電流検出抵抗117の負荷側の電圧を検出し、コイル116に流れる最大電流である基準電流値を制御する基準電流値制御回路108と、基準クロックCLKを発生するクロック発生器110と、基準クロックCLKに同期して上記の開閉動作、すなわち、コイル116に流れる電流が上記の基準電流値を越えるまではスイッチング素子114を閉じ（スイッチング素子115を開き）、コイル116に流れる電流が上記の基準電流値を越えるとスイッチング素子114を開く（スイッチング素子115を閉じる）信号を出力する帰還回路109と、帰還回路109とスイッチング素子114、115の間に設けられたバッファ111、112と、から構成される。

【0005】

【特許文献1】 特開平11-75367号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このDC/DCコンバータ101に用いられる平滑化コンデンサ118は、一般的には、出力電圧のリップル（揺らぎ）を抑えるためや出力電流の変動による過渡応答を良くするために容量値が大きい電解コンデンサが採用されている。

【0007】

しかし、電解コンデンサは極性を持つために、過大ノイズや逆接続ミスにより、反対方向に電圧が掛かると破壊することがあり、また、内部構造的に発煙や発火の危険性がある。また、図7に示すように、一般に、コンデンサは規定の容量Cのほかにはリード線や内部構造に起因するESR（等価直列抵抗）が存在するが、電解コンデンサはESRの値（ R_{ESR} ）が大きいので、かえって、リップル電圧を大きくしていた。

【0008】

そこで、極性を持たず、しかも発煙や発火の危険性がなく、また、ESRの値（ R_{ES}

R) が小さいセラミックコンデンサの採用が考えられる。しかし、図5に示す回路において電解コンデンサをセラミックコンデンサに置き換えた場合、以下に説明するアンダーシュートやオーバシュートが生じるという問題がある。

【0009】

すなわち、一般に、負荷の変動に応じて出力電流の急激な変動が起こった場合、DC/DCコンバータ101がフィードバック回路を介して応答するまで、アンダーシュートやオーバシュートが発生する。DC/DCコンバータ101に容量値が大きい電解コンデンサが用いられている場合は、その蓄積した電荷によりこれらのアンダーシュートやオーバシュートは問題にならない程度に抑制されるが、セラミックコンデンサは容量値が小さいため、アンダーシュートやオーバシュートを十分には抑制できず、過渡応答が悪くなるという問題があった。この現象を示すのが図6(a)および(b)である。DC/DCコンバータ101は、図6(a)のDC特性図に示すように、出力電流 I_o が増加または減少しても出力電圧 V_o を設定電圧 V_{ref} に保とうとする。そして、セラミックコンデンサを用いた場合、図6(b)の過渡特性に示すように、出力電流の急激な変動が起こった場合には、大きなアンダーシュートやオーバシュートを発生し、これを抑制できないのである。

【0010】

さらに、セラミックコンデンサのESRの値(R_{ESR})が小さいために、DC/DCコンバータ101が発振し易くなるという問題もある。DC/DCコンバータ101は、負荷103と平滑化コンデンサ118により、図8に示す特性曲線Aおよび特性曲線Bのように、1ポール、1ゼロの周波数特性を有する。このポールの周波数(f_P)とゼロの周波数(f_Z)は、以下の式で求められる。

$$f_P = 1 / (2\pi \cdot R_o \cdot C_{OUT}) \quad \dots (1)$$

$$f_Z = 1 / (2\pi \cdot R_{ESR} \cdot C_{OUT}) \quad \dots (2)$$

ここで、 R_o は負荷の抵抗値、 C_{OUT} は平滑化コンデンサ118の容量値、 R_{ESR} は平滑化コンデンサ118のESRの値である。

【0011】

f_P と f_Z は、その周波数差が大きい程、位相(Phase)の回転の最大角が大きい。例えば、図8において、特性曲線Bの f_P と f_Z との周波数差は特性曲線Aよりも大きいので、位相の回転の最大角が大きい。そして、位相の回転の最大角が大きいと、DC/DCコンバータ101を構成する回路(例えば、基準電流値制御回路108、帰還回路109など)における素子の遅延等による位相の回転がさらに加わり、容易に発振を起こす。反対に、周波数差が小さければ、位相はさほど回転せず、発振し難くなる。

【0012】

この(1)、(2)式に、 $R_o = 0.5\Omega$ とし、平滑化コンデンサ118が電解コンデンサである場合の具体的な値($C_{OUT} = 330\mu F$ 、 $R_{ESR} = 20m\Omega$)を当てはめると、 $f_P = 965Hz$ 、 $f_Z = 24.1kHz$ となる。したがって、 f_Z は f_P の25倍となる。この f_Z と f_P との差では、発振は実際起こり難い。一方、平滑化コンデンサ118がセラミックコンデンサである場合の具体的な値($C_{OUT} = 100\mu F$ 、 $R_{ESR} = 5m\Omega$)を当てはめると、 $f_P = 3.18kHz$ 、 $f_Z = 318kHz$ となる。したがって、 f_Z は f_P の100倍となり、その周波数差は大きく、発振が起こり易くなる。なお、 $C_{OUT} = 100\mu F$ は、セラミックコンデンサの最大級の容量値である。

【0013】

本発明は、以上の事由に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ESRの値(R_{ESR})や容量が小さい平滑化コンデンサを採用しても、負荷変動時の過渡応答が悪化することがなく、発振現象の発生も抑制されるDC/DCコンバータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記の課題を解決するために、請求項1に係るDC/DCコンバータは、スイッチング

素子を開閉することにより、入力電源から負荷が接続される出力端子にコイルを通じて電力を供給し、出力端子の電圧を調整するDC/DCコンバータにおいて、コイルと出力端子間に介装されてコイルに流れる電流を検出するコイル電流検出抵抗と、コイル電流検出抵抗の負荷側に接続されて出力端子の電圧を平滑化する平滑化コンデンサと、コイル電流検出抵抗のコイル側の電圧を検出してコイルに流れる電流の基準電流値を制御する基準電流値制御回路と、クロック発生器の基準クロックに同期してスイッチング素子を閉じ、コイルに流れる電流が基準電流値を越えるとスイッチング素子を開く帰還回路と、を備えることを特徴とする。

【0015】

請求項2に係るDC/DCコンバータは、請求項1に記載のDC/DCコンバータにおいて、前記平滑化コンデンサはセラミックコンデンサであることを特徴とする。

【0016】

請求項3に係るDC/DCコンバータは、スイッチング素子を開閉することにより、入力電源から負荷が接続される出力端子にコイルを通じて電力を供給し、スイッチング素子に帰還をかけて出力端子の電圧を調整するDC/DCコンバータにおいて、コイルと出力端子間に介装されてコイルに流れる電流を検出するコイル電流検出抵抗と、コイル電流検出抵抗の負荷側に接続されて出力端子の電圧を平滑化する平滑化コンデンサと、を備え、コイル電流検出抵抗と平滑化コンデンサとにより周波数特性におけるゼロの周波数を設定することを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

本発明のDC/DCコンバータは、基準電流値制御回路がコイル電流検出抵抗のコイル側の電圧を検出してコイルに流れる電流の基準電流値を制御するようにしたので、容量やESRの値(R_{ESR})が小さい平滑化コンデンサを採用しても負荷変動時の過渡応答が悪化することがなく、発振現象の発生も抑制される。また、平滑化コンデンサにセラミックコンデンサを採用することにより、極性のための破壊が起きず、発煙や発火の危険性がなくなり、小さいESRの値(R_{ESR})により出力電圧のリップルを減ずることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の最良の実施形態を図面を参照しながら説明する。図1は本発明の実施形態であるDC/DCコンバータの回路図である。

【0019】

このDC/DCコンバータ1は、N型MOSトランジスタのスイッチング素子14を開閉することにより、入力電源(V_{cc})から負荷3が接続される出力端子OUTにコイル16を通じて電力を供給して出力端子OUTを所定のDC電圧に保持するよう調整する。そして、コイル16と出力端子OUT間に介装されてコイル電流(コイル16に流れる電流) I_L を検出するコイル電流検出抵抗17と、コイル電流検出抵抗17の負荷側に接続されて出力端子OUTの電圧を平滑化する平滑化コンデンサ18と、コイル電流検出抵抗17のコイル側(接続点b)の電圧を検出してコイル電流 I_L の基準電流値 I_{Lref} を制御する基準電流値制御回路8と、クロック発生器10の基準クロックCLKに同期してスイッチング素子14を閉じ(オンし)、コイル電流 I_L が基準電流値 I_{Lref} を越えるとスイッチング素子14を開く(オフにする)帰還回路9と、を備えて構成される。ここで、平滑化コンデンサ18は、極性を持たず、発煙や発火の危険性がなくて信頼性の高いセラミックコンデンサが用いられている。なお、図1では、平滑化コンデンサ18の動作の理解を容易にするため、そのESR(等価直列抵抗)も表記している。

【0020】

さらにDC/DCコンバータ1を詳しく説明すると、スイッチング素子14は一端を入力電源(V_{cc})に接続され、他端はコイル16に接続される。そのスイッチング素子14とコイル16との接続点(接続点a)には、他端が接地電位に接続された第2のN型M

OSトランジスタのスイッチング素子15が接続されている。すなわち、スイッチング素子14および第2のスイッチング素子15は、ハイサイドおよびローサイドのスイッチング素子となっている。この第2のスイッチング素子15は、スイッチング素子14と逆位相で開閉制御される。なお、第2のスイッチング素子15は、ダイオードで置き換えも可能であるが、その場合に比べ、オン時にコイル16の一端をほぼ接地電位に保つので、電力効率を向上させることができる。

【0021】

コイル電流検出抵抗17は、コイル16の他端（接続点b）に接続され、コイル電流 I_L に比例する検出電圧を両端に生成する。ここで重要なことは、コイル電流検出抵抗17のコイル側（接続点b）には、直列接続された2つの抵抗からなる電圧検出器21が接続されていることである。この電圧検出器21の他端は、接地電位に接続されている。これらの抵抗は、コイル電流 I_L に比べて無視できる程の電流しか流れないように、大きな抵抗値にしている。そして、2つの抵抗の接続点は誤差増幅器22の反転入力端子に接続され、その電圧は、非反転入力端子に入力される基準電源23からの基準電圧と比較され、反転増幅して出力される。これら電圧検出器21と誤差増幅器22が基準電流値制御回路8を構成し、誤差増幅器22の出力は、後述するようにコイル電流 I_L の基準電流値 I_{Lref} を制御する。

【0022】

帰還回路9は、誤差増幅器22の出力電圧に応じてオフセット電圧を生成するオフセット電圧生成器25と、このオフセット電圧をコイル電流検出抵抗17からの検出電圧と比較する比較器26と、基準クロックCLKと比較器26の出力とによりバッファ11、12を介してスイッチング素子14および第2のスイッチング素子15の開閉を制御するロジック回路27と、から構成される。なお、このオフセット電圧は、後述するようにコイル電流 I_L の基準電流値 I_{Lref} に対応する。

【0023】

オフセット電圧生成回路25は、その制御入力端子に誤差増幅器22の出力が入力され、2つの信号入力端子にコイル電流検出抵抗17の両端の電圧信号が入力される。そして、制御入力端子の電圧に応じたオフセット電圧が、信号入力端子の低い電圧信号に相対的に付加されて2つの出力端子から出力され、比較器26の両入力端子に入力される。比較器26は、コイル電流検出抵抗17からの検出電圧がオフセット電圧よりも高ければハイレベルを、低ければローレベルを出力する。ロジック回路27は、フリップフロップ回路から構成される。そして、そのリセット入力端子Rには比較器26の出力が、セット入力端子Sにはクロック発生器10からの基準クロックCLKが、それぞれ入力され、非反転出力端子Qは出力バッファ11を介してスイッチング素子14に、反転出力端子QBは出力バッファ12を介してスイッチング素子15にそれぞれ入力される。

【0024】

次に、オフセット電圧生成回路25の具体的な回路例を図2に示す。制御入力端子ADJに誤差増幅器22の出力が、信号入力端子IN-にコイル電流検出抵抗17の負荷側の一端が、信号入力端子IN+にコイル電流検出抵抗17のコイル側の一端が、それぞれ接続され、出力端子OUT-、OUT+は比較器26の反転入力端子、非反転入力端子に、それぞれ接続される。制御入力端子ADJに対応する電流 I_1 が抵抗値 R_1 の抵抗31に流れ、この電流 I_1 は、カレントミラー回路で伝達され、抵抗32の両端に直列的に接続されるPNP型トランジスタ34とNPN型トランジスタ35に流れる。ここで、抵抗32および後述する抵抗33は抵抗値 R_2 になっている。

【0025】

抵抗32とPNP型トランジスタ34の接続点は、PNP型トランジスタ34と並列的に電流 I_2 を流す定電流源36が接続され、かつ、出力端子OUT-に接続されている。抵抗32とNPN型トランジスタ35の接続点には、NPN型トランジスタ35と並列的に設けられたPNP型トランジスタ38のエミッタが接続されている。また、抵抗33の両端は、電流 I_2 を流す定電流源37とPNP型トランジスタ39のエミッタがそれぞれ接続

されている。抵抗 33 と定電流源 37 との接続点は、出力端子 OUT+ に接続されている。さらに、PNP 型トランジスタ 38 のベースには入力端子 IN- の電圧が、PNP 型トランジスタ 39 のベースには入力端子 IN+ の電圧が入力される。

【 0 0 2 6 】

【0026】
 入力端子IN-の電圧をVIN-とすると、出力端子OUT-は、 $(VIN-) + (Vf) + (I_1 + I_2) \times R_2$ の電圧となる。また、入力端子IN+の電圧をVIN+とすると、出力端子OUT+は、 $(VIN+) + (Vf) + I_2 \times R_2$ の電圧となる。ここで、Vfはトランジスタの順バイアス電圧である。したがって、出力端子OUT-と出力端子OUT+の電圧差は $(VIN-) - (VIN+) + I_1 \times R_2$ となり、 $I_1 \times R_2$ は制御入力端子ADJの電圧の R_2 / R_1 倍に一致するので、この電圧が、オフセット電圧として入力端子IN-の電圧に相対的に付加されて出力端子OUT-から出力されることになるのである。

【 0 0 2 7 】

【0027】
 以上のような構成にすると、オフセット電圧生成回路25において精度の良いオフセット電圧を生成させることができるが、別の構成にすることが可能であることは勿論である

【 0 0 2 8 】

次に、DC/DCコンバータ1の動作を図3に基づいて説明する。DC/DCコンバータ1において、クロック発生器10からの基準クロックCLKの立ち上がりエッジにより、ロジック回路27はセットされ、非反転出力端子Qからはハイレベル、反転出力端子QBからはローレベルの電圧が出力される。それにより、スイッチング素子14がオン（第2のスイッチング素子15はオフ）することで、スイッチング素子14とコイル16との接続点aの電圧 V_a は V_{cc} のレベルとなり、コイル電流 I_L は直線的に増加して行く。このコイル電流 I_L は、コイル電流検出抵抗17に流れ、それに比例する検出電圧がオフセット電圧生成回路25が生成するオフセット電圧を越えるまで、増加し続ける。オフセット電圧を越えると、すなわち、コイル電流 I_L が基準電流値 I_{Lref} を越えると、比較器26がハイレベルを出力し、ロジック回路9はリセットされて、非反転出力端子Qからはローレベル、反転出力端子QBからはハイレベルの電圧が出力される。その結果、スイッチング素子14はオフし、第2のスイッチング素子15はオンすることにより、コイル電流 I_L は直線的に減少する。以上の動作がDC/DCコンバータ1において繰り返される。

【 0 0 2 9 】

【0029】
コイル電流 I_L の基準電流値 I_{Lref} は、オフセット電圧生成回路 25 を通じて、電圧検出器 21 と誤差増幅器 22 とからなる基準電流値制御回路 8 により制御される。すなわち、DC/DC コンバータ 1 において、コイル電流検出抵抗 17 のコイル側（接続点 b）の電圧がわずかに下がると、その電圧のずれは電圧検出器 21 を通り、誤差増幅器 22 により反転増幅されてオフセット電圧生成回路 25 の制御入力端子に入力される。すると、オフセット電圧生成回路 25 のオフセット電圧は上昇するため、基準電流値 I_{Lref} は増加する。逆に、コイル電流検出抵抗 17 のコイル側（接続点 b）の電圧がわずかに上がると、基準電流値 I_{Lref} は減少する。このようにして、基準電流値 I_{Lref} が制御され、コイル電流検出抵抗 17 のコイル側（接続点 b）の電圧が一定になるように、帰還回路 9 が動作するのである。

【0 0 3 0】

【0030】
次に、出力端子OUTにおける出力電圧 V_o のリップル（揺らぎ） ΔV_o について説明する。コイル電流 I_L は、前述の通り、直線的な増加と減少を繰り返すため、一定の変動幅、すなわちリップル ΔI_L を有する。コイル電流 I_L は、コイル電流検出抵抗17を通過して、出力端子OUTから負荷3に流れ出る一定の出力電流 I_o と平滑化コンデンサ18の充電放電電流 I_c とに分かれる。ここで、コイル電流 I_L のリップル ΔI_L は平滑化コンデンサ18の充電放電電流 I_c のリップル ΔI_c になる。したがって、出力電圧 V_o のリップル ΔV_o は、

$$\Delta V_O = \Delta I_C \times R_{ESR} = \Delta I_L \times R_{ESR} \quad \dots (4)$$

となる。ここで、 R_{ESR} は平滑化コンデンサ18のESRの値である。

【0031】

平滑化コンデンサ18は、前述のようにセラミックコンデンサであり、 R_{ESR} は小さく、例えば、 $5\text{m}\Omega$ である。電解コンデンサの R_{ESR} は大きく、例えば、 $20\text{m}\Omega$ である。したがって、これらの値を(4)式に当てはめると、セラミックコンデンサの場合は、電解コンデンサの場合に比べ、リップル電圧 ΔV_o を4分の1に減ずることができることが分かる。

【0032】

次に、DC/DCコンバータ1における負荷の変動による過渡応答について説明する。前述のように、基準電流値制御回路8と帰還回路9により、コイル電流検出抵抗17のコイル16側(接続点b)の電圧が所定の一定電圧 V_{ref} に保たれる。したがって、出力電流 I_o が増加した場合は、出力端子OUTの電圧 V_o は、以下の式に示すようにわずかに下がる。すなわち、

$$V_o = V_{ref} - I_o \times R_s \quad \dots (5)$$

となる。よって、出力電流 I_o に対する出力電圧 V_o のDC特性は図4(a)に示すようになる。なお、このDC/DCコンバータ1において、ユーザに保証される最大出力電流 $I_{o\max}$ での出力電圧 V_o の低下の幅は、当然に、仕様で決められる変動許容範囲内になければならない。

【0033】

この過渡特性を図4(b)に示す。この図で示すように、出力電流 I_o の増加に従って出力電圧 V_o もわずかに低下させることで、前述の図6(b)に示したようなアンダーシュートやオーバシュートを抑制することができる。すなわち、負荷3に応じて出力電流 I_o の急激な変動が起こった場合、容量値が小さいセラミックコンデンサを用いたDC/DCコンバータ1は元々出力電圧 V_o も過渡的な変動が起こり易いが、その過渡的な変動をDC特性に沿った変動とすることで、DC/DCコンバータ1の帰還回路が応答できるまでのアンダーシュートやオーバシュートを抑制できるのである。さらに、他の利点として、出力電流 I_o の増加に対する出力電圧 V_o の低下は、消費電力を低減することもできる。

【0034】

次に、DC/DCコンバータ1の発振の問題について説明する。上記の通り、DC/DCコンバータ1は、電圧検出器21をコイル電流検出抵抗17のコイル側(接続点b)に接続しているので、この電圧が、基準電流値制御回路8と帰還回路9により、所定の一定電圧に保たれる。このことにより、上記(2)式において、 R_{ESR} にコイル電流検出抵抗17の抵抗値 R_s を足した抵抗値($R_{ESR} + R_s$)が R_{ESR} に置き換わる。すなわち、DC/DCコンバータ1は、1ポールの、1ゼロの周波数特性を有し、このポールの周波数(f_p)とゼロの周波数(f_z)は、以下の式で求められる。

$$f_p = 1 / (2\pi \cdot R_o \cdot C_{OUT}) \quad \dots (6)$$

$$f_z = 1 / (2\pi \cdot (R_{ESR} + R_s) \cdot C_{OUT}) \quad \dots (7)$$

ここで、 R_o は負荷の抵抗値、 C_{OUT} は平滑化コンデンサ18の容量値、 R_{ESR} は平滑化コンデンサ18のESRの値、 R_s はコイル電流検出抵抗17の抵抗値である。

【0035】

(7)式に従うと、(2)式の場合に比べて f_z は小さくなり、よって、 f_p と f_z の周波数差は小さく、位相の回転は抑制され、発振し難くなる。具体的に、 $R_s = 15\text{m}\Omega$ とし、セラミックコンデンサの場合の前述の値($R_o = 0.5\Omega$ 、 $C_{OUT} = 100\mu\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 5\text{m}\Omega$)を(6)、(7)式に当てはめると、 $f_p = 3.18\text{kHz}$ 、 $f_z = 79.6\text{kHz}$ となり、 f_z は f_p の約25倍となる。したがって、 R_{ESR} が小さいセラミックコンデンサを用いても、このDC/DCコンバータ1の構成とすることで、 f_z と f_p との周波数差は、上記の図5の構成での電解コンデンサを用いた場合と同等になるのである。

【0036】

なお、本発明は、DC/DCコンバータにセラミックコンデンサを用いるために行われたものであるが、他のコンデンサの場合でも、この構成にすることで負荷変動時の過渡応答の悪化防止や発振現象の発生の抑制などの効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】 本発明の実施形態に係るDC/DCコンバータの回路図。

【図2】 同上のオフセット電圧生成回路の回路図。

【図3】 同上の動作波形図。

【図4】 同上の出力電流と出力端子の電圧の特性を示すもので、(a)はDC特性図、(b)は過渡特性図。

【図5】 背景技術のDC/DCコンバータの回路図。

【図6】 同上の出力電流と出力端子の電圧の特性を示すもので、(a)はDC特性図、(b)は過渡特性図。

【図7】 コンデンサの内部回路図。

【図8】 DC/DCコンバータの周波数特性図。

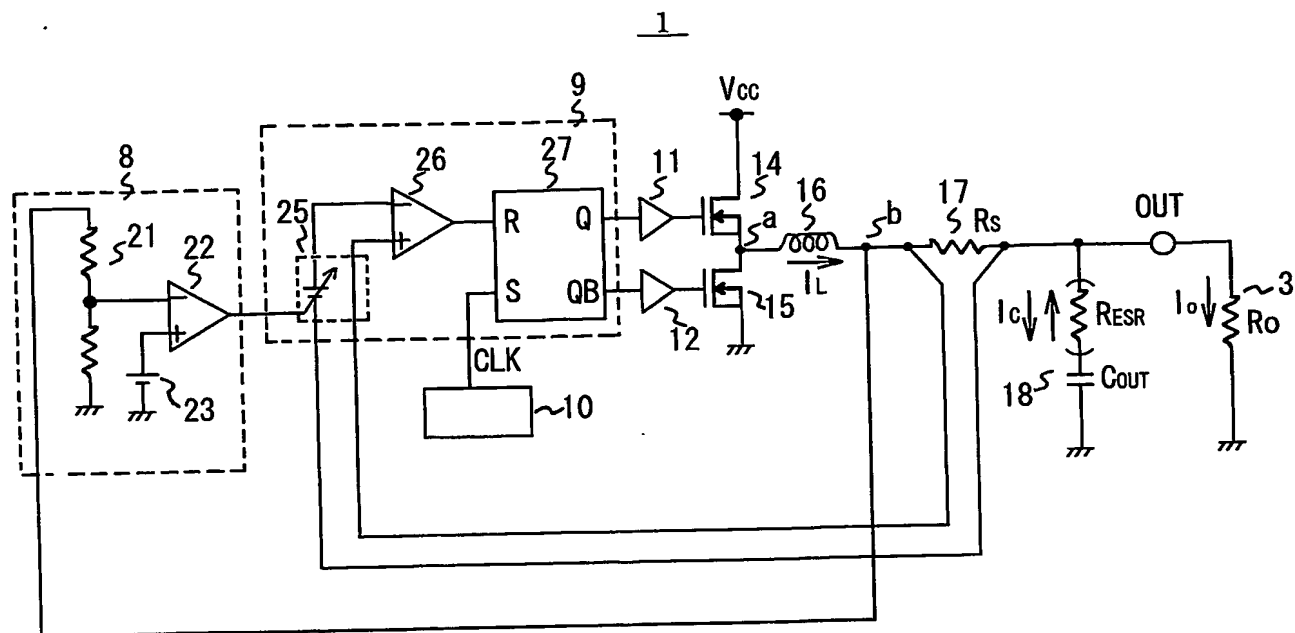
【符号の説明】

【0038】

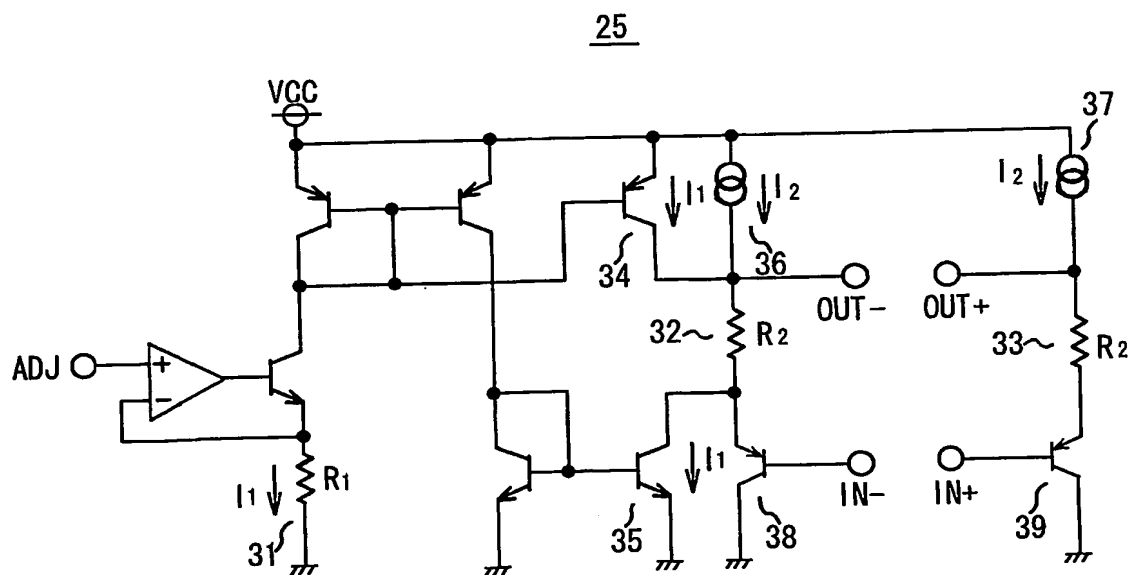
- 1 DC/DCコンバータ
- 3 負荷
- 8 基準電流値制御回路
- 9 帰還回路
- 10 クロック発生器
- 14 スイッチング素子
- 16 コイル
- 17 コイル電流検出抵抗
- 18 平滑化コンデンサ
- V_{CC} 入力電源
- OUT 出力端子
- I_L コイルに流れる電流 (コイル電流)
- CLK 基準クロック

【書類名】 図面

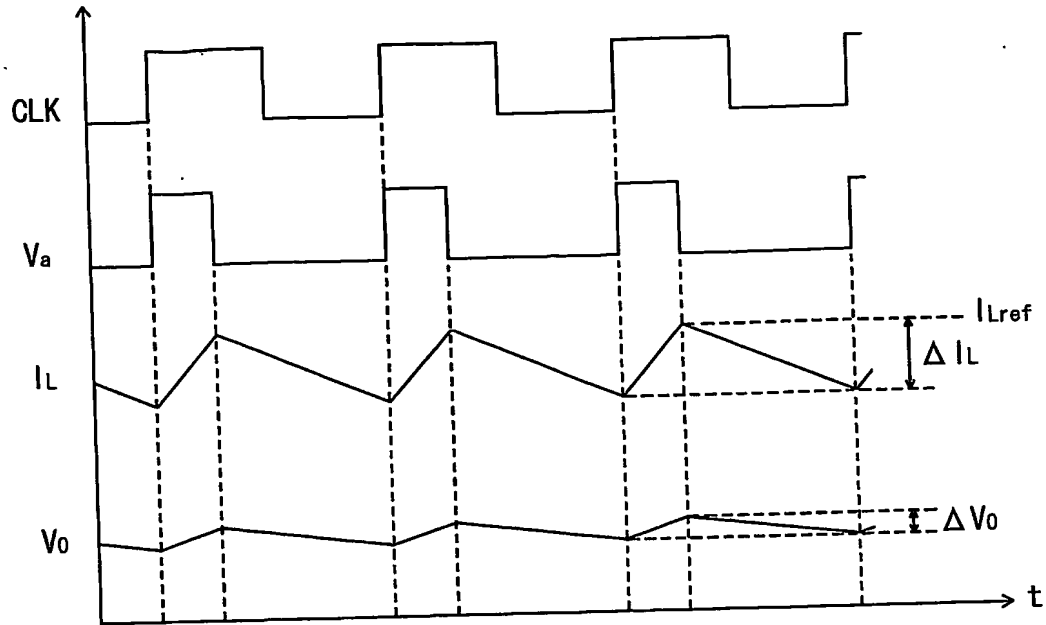
【図 1】



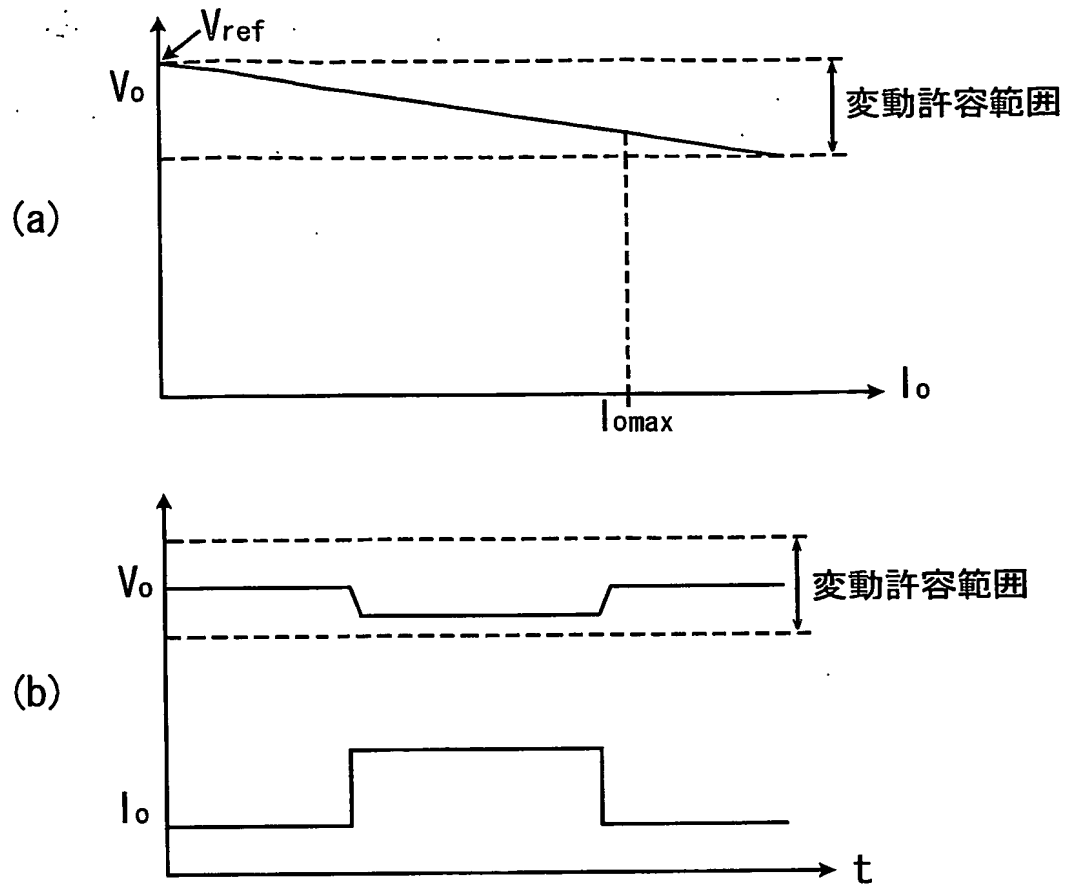
【図 2】



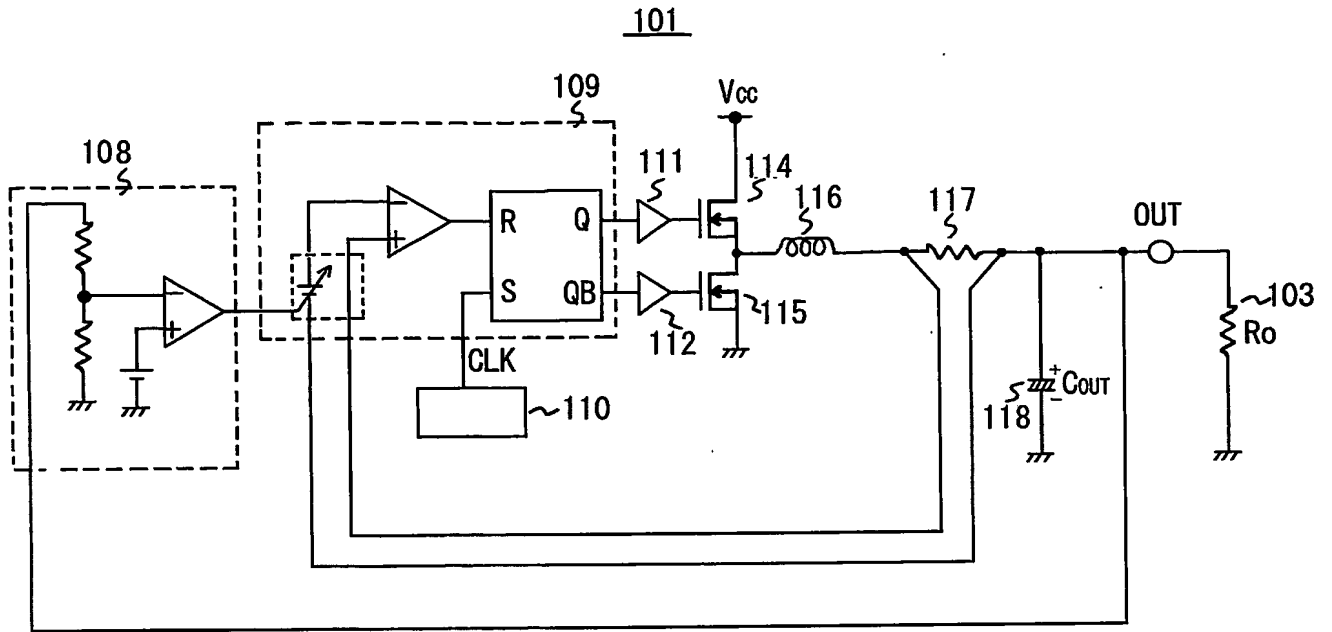
【図 3】



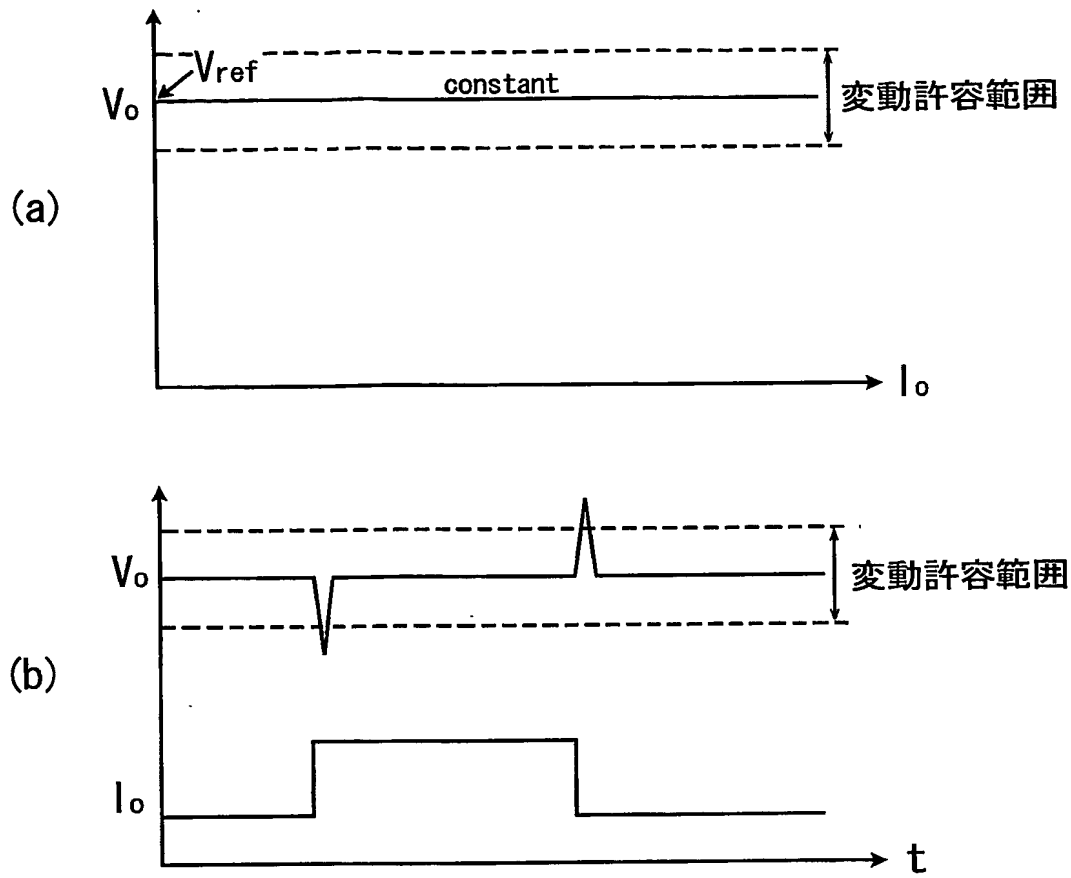
【図 4】



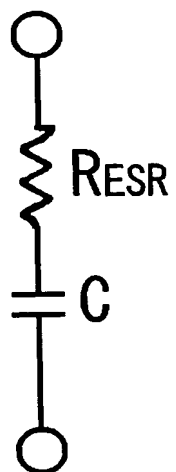
【図 5】



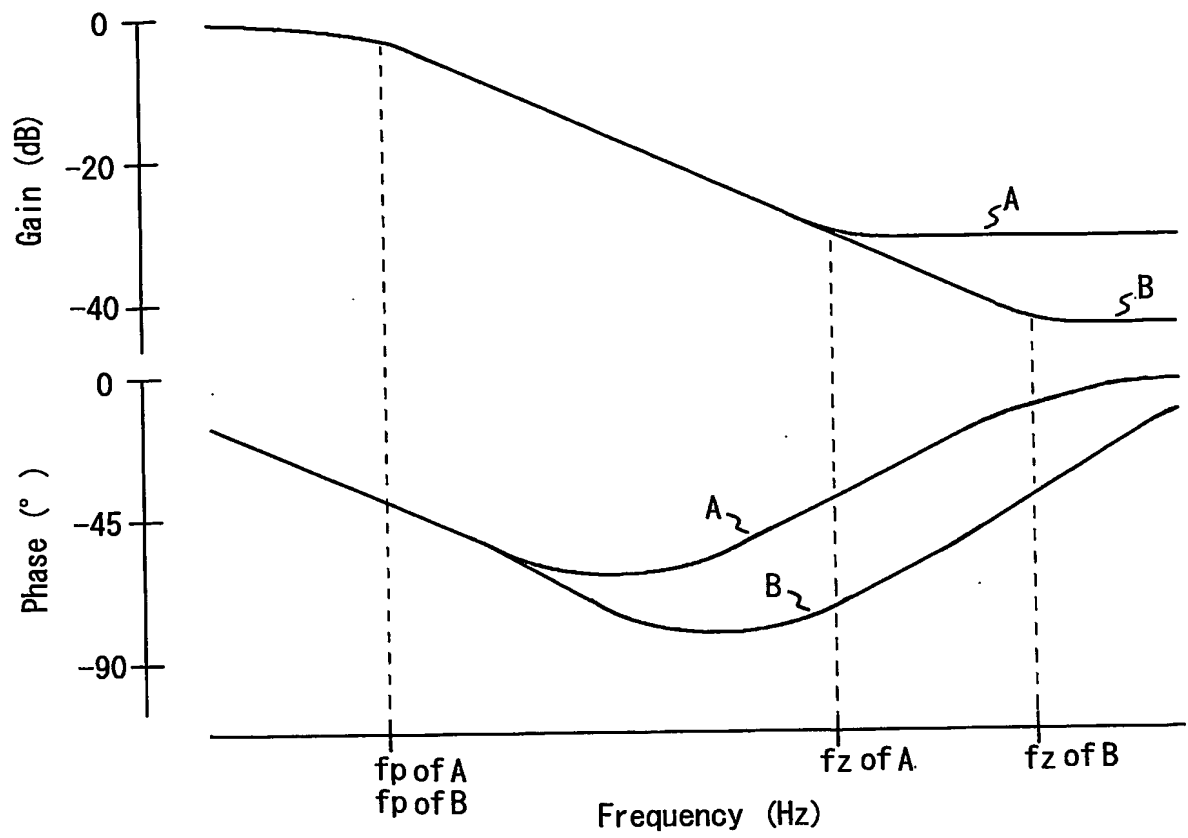
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 セラミックコンデンサを平滑化コンデンサとして用いることができるDC/D
Cコンバータの提供。

【解決手段】 スイッチング素子14を開閉することにより、入力電源(Vcc)から負
荷3が接続される出力端子OUTにコイル16を通じて電力を供給し、出力端子OUTの電圧を
調整する。そして、コイル電流 I_L を検出するコイル電流検出抵抗17と、コイル電流検
出抵抗17の負荷側に接続され、出力端子OUTの電圧を平滑化する平滑化コンデンサ18
と、コイル電流検出抵抗17のコイル側の電圧を検出して、コイル電流 I_L の基準電流値
を制御する基準電流値制御回路8と、基準クロックCLKを発生するクロック発生器10と
、基準クロックCLKに同期してスイッチング素子14を閉じ、コイル電流 I_L が基準電流
値を越えるとスイッチング素子14を開く帰還回路9と、を備えて構成される。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 3 - 3 8 0 5 7 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 1 1 6 0 2 4]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府京都市右京区西院溝崎町 2 1 番地
氏 名	ローム株式会社